

# Evaluasi Kinerja Pengelolaan Pabrik Karet Remah: Studi Kasus di Sumatera Selatan

## *(Performance Evaluation of Crumb Rubber Factory Management: Case Study in South Sumatera)*

**Didin Suwardin<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Pusat Penelitian Karet, Balai Penelitian Sembawa, Jl. Palembang - Pk. Balai Km. 29, Po Box. 1127 Banyuasin, Sumatera Selatan

### ABSTRACT

*Indonesia as the world's second largest natural rubber producer, products derived predominantly (> 90%) in the form of crumb rubber. In the management of crumb rubber factory should basically be dynamic is to follow developments in technology and customer requirements, as well as efforts to increase competitiveness. To determine the performance of crumb rubber factory on the current and future compliance requirements have made observations on the management of crumb rubber factory. This research was conducted using a survey of crumb rubber factory in South Sumatera province. Determination respondents crumb rubber factory done intentionally (purposive sampling) the criteria for the location of the plant, production capacity, production processes, energy use, and production control. Survey activities conducted in crumb rubber factory located in Musi Banyuasin, Muara Enim and Banyuasin districts, as well as four factories located in the city of Palembang. Parameter observations include raw rubber material conditions, contamination control, energy aspects of processing, and the malodor control. The survey results indicate the selectivity in the purchase raw rubber material by the crumb rubber factories decreased due to competition tightly, it could have an impact on the risk of contamination problems in products SIR. Management of crumb rubber factories have sought to convert the use of fossil fuel resources to materials that are environmentally friendly. Tata factory work generally show has been categorized as good, there is even a plant considered to be very good, fairly intensive use of labor inspectors in some parts of the process and the results are assessed effectively. Odor problems at the crumb rubber factories can be reduced by using good air circulation room and poring Deorub into blanket before the drying.*

*Keywords: consistency, contaminant, crumb rubber, energy, factory, quality, raw material*

### PENDAHULUAN

Industri pengolahan karet di Sumatera Selatan saat ini meliputi: karet remah (*crumb rubber- Standar Indonesia Rubber*), sit asap (*Ribbed Smoke Sheet*) dan lateks pekat. Jenis karet remah mendominasi produksi dengan kapasitas olah yang mencapai 987 ribu ton (98.7 %) diperoleh dari 26 unit pabrik yang tersebar di tujuh kabupaten/kota, disusul kapasitas pabrik sit asap yang meliputi hanya dua unit pabrik yang mencapai 14. 4 ribu ton (1.5 %), dan dua buah pabrik lateks pekat dengan kapasitas hanya 7.8 ribu ton (0.8 %).

Produk karet remah dan sit asap yang diproduksi di Sumatera Selatan saat ini semuanya berorientasi ekspor, sedangkan lateks pekat lebih kepada orientasi pada pasar domestik terutama ke pabrik barang jadi yang berada di pulau Jawa. Permasalahan yang dihadapi dalam pemasaran karet pada pasar domestik adalah penerapan pengenaan pajak pertambahan nilai (PPN) yang dinilai sangat memberatkan industri barang jadi karet.

Kapasitas pengolahan pabrik karet di Sumatera Selatan dibandingkan dengan ketersediaan bahan olahannya menunjukkan adanya *idle capacity*. Kapasitas olah pabrik karet di Sumatera Selatan hanya terpenuhi sebesar 76.5%. Hal ini mengakibatkan persaingan usaha antar pabrik (khususnya pabrik karet remah) sangat tinggi dalam memperebutkan bahan olah, sehingga pabrik cenderung menerima mutu bahan olah karet yang lebih rendah sekalipun untuk memenuhi kebutuhan bahan olahannya dengan melonggarkan selektifitas pengadaan bahan olah karet tersebut.

Tuntutan pengelolaan pabrik karet remah saat ini adalah mutu konsisten, bebas kontaminasi, biaya produksi rendah, serta ramah lingkungan. Menurut Tunas dan Budiman (1992) bahwa kunci keberhasilan dalam memproduksi karet remah sangat dipengaruhi oleh empat faktor "M" yaitu material, mesin, metode, dan manusia yang diterapkan. Pengendalian keempat faktor tersebut menggambarkan penerapan tata kerja pabrik. Selanjutnya Budiman (1992) menyatakan bahwa keberhasilan pencapaian produk SIR sesuai tuntutan pasar memerlukan kecermatan kerja dengan menerapkan system jaminan mutu terpadu.

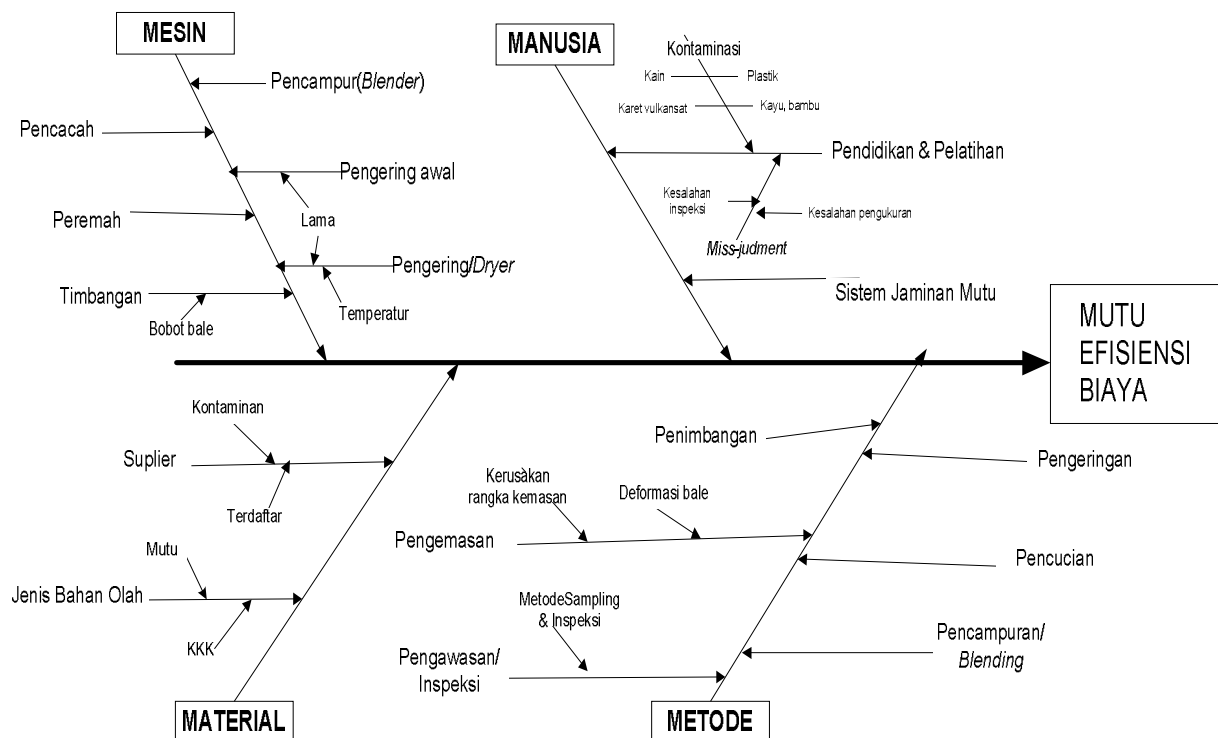
Teknik pencapaian produk SIR dapat dilakukan dengan penerapan teknik program sasaran yang dikembangkan Suwardin (1995), yaitu suatu metode optimasi faktor-faktor penggunaan bahan baku dan pilihan proses produksi dalam pengolahan SIR.

Dalam penelitian ini dilakukan survei untuk memperoleh data dan informasi kendala dalam pengolahan karet remah serta evaluasi kinerja pengelolaannya. Berdasarkan data dan informasi tersebut selanjutnya diharapkan diperoleh rumusan mengenai formulasi tata kerja pabrik karet remah yang berdaya guna dan berhasil guna sesuai dengan tuntutan konsumen dan ramah lingkungan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Kerangka Pemikiran**

Analisis sebab-akibat dalam pengelolaan produksi karet remah digunakan metode Ichikawa yang disajikan pada Gambar 1. Kondisi material bokar dan pilihan teknik produksi sangat mempengaruhi mutu karet remah yang dihasilkan (Suwardin *et al.*, 1990 dan Suwardin *et al.*, 1997). Sementara itu bokar yang dihasilkan petani umumnya masih sangat beragam, hal ini terkait mengenai jenis koagulan dan cara penyimpanan yang tidak sesuai anjuran.



Gambar 1. Analisis sebab-akibat produksi karet remah

Metode pengolahan karet remah yang banyak diterapkan oleh pengelola pabrik karet remah pada dasarnya sama, perbedaan hanya dalam proses maturasi yaitu dengan cara penggantungan (kering angin) dan penyimpanan blanket dalam kondisi disidai dalam tumpukan rak. Honggokusumo *et al.* (1995) menyatakan maturasi dan *predrying* berpengaruh nyata terhadap mutu dan karakteristik *cure rate*. Sementara itu Santosa *et al.* (1995) melaporkan bahwa perlakuan mekanis dalam pengolahan karet perlu diperhatikan karena berpengaruh nyata terhadap mutu karet yang dihasilkan.

Untuk mencapai sasaran produk SIR yang konsisten, bebas kontaminasi, biaya efektif dan ramah lingkungan diperlukan kecermatan kerja dan penerapan system jaminan mutu terpadu.

### Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan metode survei terhadap pabrik karet remah yang ada di provinsi Sumatera Selatan (Gambar 2). Landasan pemilihan Sumatera Selatan dilakukan berdasarkan pertimbangan provinsi penghasil karet terbesar di Indonesia, dimana jenis rodok yang utama berupa karet remah. Penentuan responden pabrik karet remah dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*) dengan kriteria lokasi pabrik, kapasitas produksi, proses produksi, penggunaan energi, dan pengendalian produksi.

Parameter yang diamati meliputi : (a) Evaluasi kondisi BOKAR, (b) Energi dalam pengolahan karet, (c) Evaluasi kinerja pengendalian kontaminan, dan (d) Evaluasi kinerja pengendalian limbah.



Gambar 2. Peta lokasi pabrik karet remah sebagai responden

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Evaluasi kondisi BOKAR

Aspek yang diamati pada evaluasi kondisi bokar melalui survei ini adalah aspek kuantitas dan kualitas bokar. Aspek kuantitas pada saat pengamatan menunjukkan stok yang ada di masing-masing pabrik menunjukkan sangat terbatas yaitu rata-rata stok bahan olah kurang dari 3 hari kerja produksi (Tabel 1), padahal pada kondisi normal ketersediaan stok bokar paling sedikit untuk 7 hari kerja produksi. Rendahnya stok bokar disebabkan oleh faktor musim (hujan), kondisi tanaman baru pulih (daun muda), serta harga yang turun dratis yang menyebabkan petani mengurangi frekuensi penyadapan serta pedagang menunda kegiatan penjualan bokarnya.



Gambar 3. Aktivitas penerimaan boka di salah satu pabrik

Tabel 1. Keadaan stok boka dan kapasitas olah pabrik

| No. | Nama pabrik | Stok boka<br>(ton kk) | Kapasitas olah<br>(ton kk/hari) | Rasio stok/kapasitas<br>(hari produksi) |
|-----|-------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| 1   | PT MB1      | 200                   | 133                             | 1.7                                     |
| 2   | PT BA1      | 300                   | 120                             | 2.5                                     |
| 3   | PT ME1      | 200                   | 120                             | 2.6                                     |
| 4   | PT PG1      | 600                   | 240                             | 2.5                                     |
| 5   | PT PG2      | 300                   | 117                             | 1.4                                     |
| 6   | PT PG3      | 3000                  | 217                             | 13.8                                    |
| 7   | PT PG4      | 250                   | 183                             | 1.4                                     |

Dalam setiap pembelian boka, pihak pengelola pabrik karet remah telah memiliki prosedur baku untuk melakukan proses seleksi/sortasi boka. Pelaksanaan pemeriksaan boka dilakukan dengan membelah setiap sleb dengan menggunakan mesin pemotong (Gambar 4) dan atau secara manual menggunakan pisau/gergaji potong (Gambar 5 dan 6).

Kualitas boka pada saat penelitian menunjukkan secara umum kondisi bokanya cenderung rendah yang ditunjukkan banyaknya kontaminan berupa tatal (Gambar 7) dan bahan lain bahkan banyak yang mengandung bahan tanah dan pasir (Gambar 8). Kondisi ini sangat berkait dengan ketersediaan suplai boka yang terbatas seperti telah dibahas di atas.





Gambar 4. Mesin pemotong bokar slab secara manual



Gambar 5. Pisau/gergaji untuk membelah



Gambar 6. Kegiatan sortasi slab secara manual



Gambar 7. Bokar yang mengandung tatal



Gambar 8. Bokar yang mengandung tanah

Faktor selektivitas pembelian bokar oleh pihak pabrik menjadi dilematis, karena proses persaingan untuk memperoleh bahan baku antar pabrik sangat ketat. Pabrik yang melakukan seleksi ketat akan cenderung ditinggalkan oleh pelanggan dan sebaliknya pabrik yang tidak melakukan seleksi ketat memperoleh bahan baku yang lebih banyak. Namun apabila seleksi bokar diperlonggar menyebabkan terjadinya resiko kontaminasi dalam produk SIR semakin besar, hal ini akan mengakibatkan resiko yang lebih besar yaitu terjadinya proses klaim dari konsumen yaitu terutama dari industri ban.

### **Energi dalam Pengolahan Karet**

Energi merupakan kebutuhan pokok dalam proses pengolahan di pabrik karet remah yaitu untuk kebutuhan menggerakkan peralatan (*machinery*) dan untuk proses pengeringan. Sumber energi pengolahan yang digunakan di pabrik karet remah saat ini meliputi energi listrik (PLN) dan genset yang menggunakan bahan bakar solar. Kebutuhan energi untuk proses pengeringan telah dilakukan diversifikasi sumber energi yaitu selain minyak bakar/solar industri, juga telah digunakan batubara, biomassa (cangkang sawit) dan gas (Tabel 2). Dalam pemilihan sumber energi yang tepat diperlukan pertimbangan mengenai :biaya, kepastian suplai/ketersediaan, ketersediaan teknologi dan permesinan, kemudahan operasional, serta ramah lingkungan.

Batubara merupakan pilihan yang tepat dari segi harga dan ketersediaan pasokan, namun dalam operasionalnya dinilai kurang ramah lingkungan karena menghasilkan *fly ash* yang menimbulkan permasalahan penanganannya selain itu menghasilkan gas  $SO_x$  yang memerlukan penanganan khusus. Penggunaan gas dinilai ramah lingkungan dan relatif lebih murah (lebih rendah 40%) dibanding dengan bahan bakar minyak/solar. Permasalahan yang mungkin timbul saat ini adalah kondisi infrastruktur yang belum menjamin ketersediaan pasokan. Biomassa (cangkang kelapa sawit) telah digunakan sebagai sumber energi panas dalam proses pengeringan karet remah (Tabel 2). Penggunaan biomassa sebagai sumber energi panas dinilai merupakan upaya yang tepat dalam merubah/mengkonversi sumber energi fosil ke sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*). Hasil evaluasi penggunaan cangkang sawit saat ini dinilai murah dan secara operasional tidak terjadi permasalahan teknis yang berarti. Namun dalam jangka panjang dan penggunaan secara luas akan menghadapi permasalahan terutama masalah ketidakpastian suplai. Penggunaan sumber energi berupa biogas (gas metan) telah diterapkan oleh salah satu pabrik karet remah dalam proses pengeringannya. Sistem yang dikembangkan dalam memproduksi gas metan dilakukan secara terintegrasi dengan instalasi pengolahan limbah pabrik CPO (secara teknis BOD limbah sawit >10 000 sehingga layak untuk dikembangkan). Teknologi ini mempunyai peluang untuk memperdagangkan karbon, namun sejak dioperasikan sampai sekarang belum terjadi transaksi.

Tabel 2. Sumber listrik dan jenis energi untuk pengeringan

| No. | Nama Pabrik | Sumber listrik                               | Jenis sumber energi untuk pengeringan |
|-----|-------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1   | PT MB1      | SWADAYA-konversi limbah sawit→biogas (metan) | biogas                                |
| 2   | PT BA1      | PLN/GENSET~solar                             | biomassa                              |
| 3   | PT ME1      | PLN/GENSET~solar                             | batubara                              |
| 4   | PT PG1      | PLN/GENSET ~solar                            | gas                                   |
| 5   | PT PG2      | PLN/GENSET~solar                             | biomassa/gas                          |
| 6   | PT PG3      | PLN/GENSET~solar                             | gas                                   |
| 7   | PT PG4      | PLN/GENSET~solar                             | batubara                              |

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 70 tahun 2009 tentang konservasi energi diamanatkan pada pasal 12 ayat 2, bahwa setiap pengguna sumber energi dan pengguna energi yang menggunakan sumber energi dan/atau energi lebih besar atau sama dengan 6.000 (enam ribu) setara ton minyak per tahun wajib melakukan konservasi energi melalui manajemen energi.

Konservasi energi didefinisikan sebagai upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Sedangkan manajemen energi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilakukan dengan: a)

menunjuk manajer energi; b) menyusun program konservasi energi; c) melaksanakan audit energi secara berkala;d). melaksanakan rekomendasi hasil audit energi; dan e) melaporkan pelaksanaan konservasi energi setiap tahun kepada menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya masing-masing.Audit energi adalah proses evaluasi pemanfaatan energi dan identifikasi peluang penghematan energi serta rekomendasi peningkatan efisiensi pada pengguna energi dan pengguna sumber energi dalam rangka konservasi energi.

Secara umum para pengusaha karet remah telah berupaya untuk mengkonversi penggunaan sumber energi minyak (*fossil*) ke bahan yang bersifat ramah lingkungan dan bahan yang dapat diperbaharui (*renewable*). Biomassa cangkang sawit dan biogas (metan merupakan pilihan yang tepat dalam konversi energi dari BBM. Sedangkan penggunaan batubara dalam pengolahan karet remah walaupun dinilai murah namun terdapat masalah lingkungan terutama terkait dengan polusi udara dan penanganan *fly ash*.

Penggunaan sumber energi yang ramah lingkungan dan bersifat renewable merupakan tuntutan yang harus segera diimplementasikan oleh pengusaha pabrik karet remah sekaligus sebagai implementasi kebijakan konservasi energi yang telah diamanatkan pemerintah melalui Peraturan Pemerintah no 70 tahun 2009.



### Evaluasi kinerja pengendalian kontaminan

Tata kerja pabrik menunjukkan secara umum termasuk kategori baik (*good*), sementara itu ada pabrik yang dinilai sangat baik (*excellent*) tetapi ada juga yang termasuk kategori kurang baik (*unsatisfy*).

Tabel 3. Hasil penilaian kinerja pabrik dalam pengendalian kontaminan

| No. | Nama pabrik | Parameter |        |           |             | Kinerja     |
|-----|-------------|-----------|--------|-----------|-------------|-------------|
|     |             | Petugas   | Metode | Perangkat | Efektivitas |             |
| 1   | PT MB1      | A         | A      | A         | A           | Sangat baik |
| 2   | PT BA1      | C         | D      | C         | D           | Kurang baik |
| 3   | PT ME1      | C         | B      | B         | B           | Baik        |
| 4   | PT PG1      | A         | B      | B         | B           | Baik        |
| 5   | PT PG2      | B         | B      | B         | B           | Baik        |
| 6   | PT PG3      | B         | B      | B         | B           | Baik        |
| 7   | PT PG4      | C         | C      | C         | C           | Cukup       |

Dalam pengawasan proses produksi yang menjadi perhatian khusus adalah masalah kontaminasi, hal ini terkait dengan boks yang tersedia mutunya rendah. Jenis kontaminan yang masih dijumpai dalam produk SIR adalah tali polipropilen, plastik, dan serpihan kayu halus.



Gambar 9. Petugas pengendalian kontaminan



Gambar 10. Jenis kontaminan yang dikutip dari tahapan proses basah

#### Evaluasi kinerja pengendalian limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik karet remah dikategorikan ke dalam tiga jenis limbah yaitu limbah cair, padat dan bau (malodor). Limbah cair dari pabrik karet remah dinilai volumenya sangat besar yaitu berkisar 1200-2400 m<sup>3</sup>/hari.. Kondisi mutu air limbah, standar efluen dan metode pengendalian air limbah dari pabrik karet remah dapat dilihat pada Tabel 4. Metode lumpur aktif merupakan cara pengendalian yang efektif dan dinilai menghasilkan mutu air efluen yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan pemerintah.

Tabel 4. Kualitas air limbah pabrik karet remah, standar efluen dan metode pengendalian

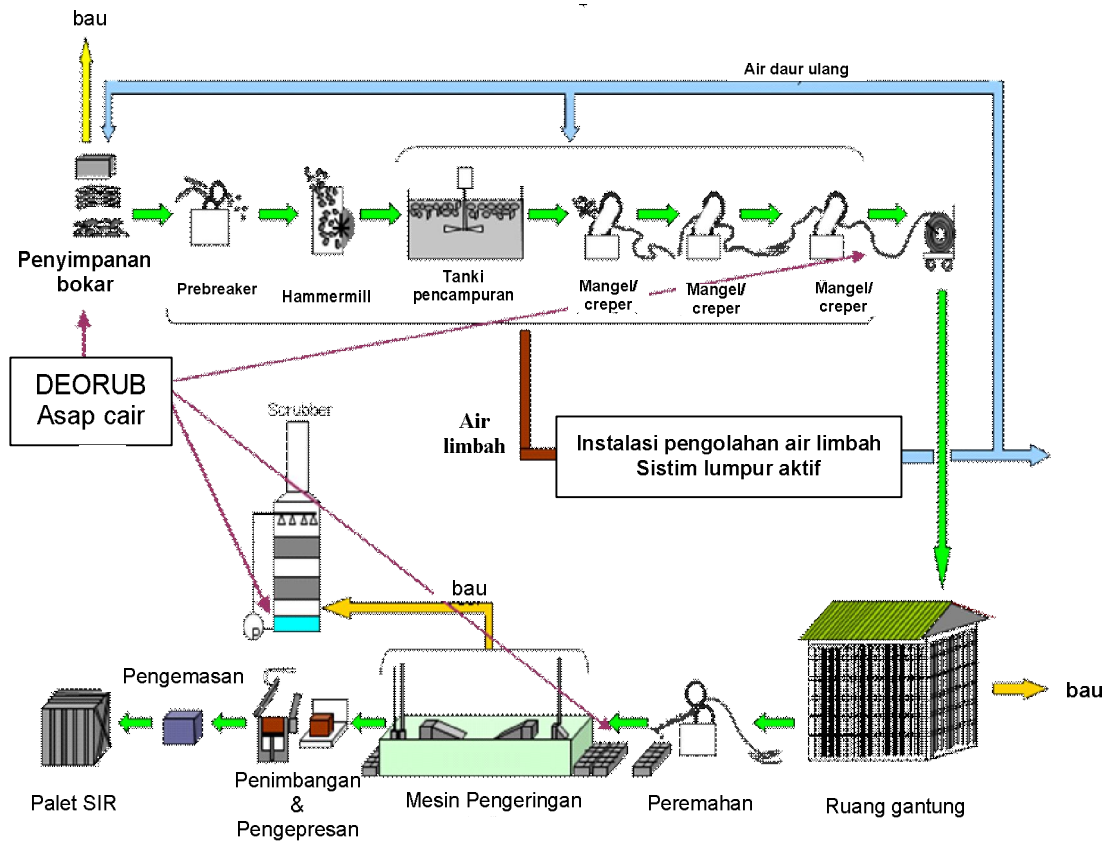
| Parameter          | Air limbah | Standar efluen (2000) | Metode pengendalian |         |         |             |
|--------------------|------------|-----------------------|---------------------|---------|---------|-------------|
|                    |            |                       | Lumpur aktif        | Kimia   | Aerasi  | Sedimentasi |
| pH                 | 5-6        | 6-9                   | 6-7                 | 6-7     | 5.5-6.5 | 5.5-6.5     |
| TSS (ppm)          | 300-700    | 100                   | 40-100              | 20-100  | 80-200  | 100-250     |
| BOD (ppm)          | 400-700    | 60                    | 20-25               | 80-150  | 50-150  | 100-250     |
| COD (ppm)          | 500-900    | 200                   | 50-120              | 200-300 | 100-250 | 200-400     |
| NH <sub>3</sub> -N | 12-20      | 5                     | 2-5                 | 8-16    | 4-12    | 8-18        |
| T-N                | 16-30      | 10                    | 4-12                | 12-20   | 8-15    | 14-24       |

Limbah padat yang dihasilkan dari pabrik karet remah pada dasarnya berupa tatal, sisa karet, pasir, dan tanah (Gambar 11). Volume limbah padat dari pabrik karet remah saat ini berkisar 10-20 ton per hari, perlakuan lebih lanjut umumnya dilakukan dengan cara membuang ke tempat penimbunan (*land fill*). Alternatif pemanfaatan limbah padat dari pabrik karet adalah digunakan sebagai bahan baku proses gasifikasi dijadikan sumber energi berupa gas sintetis (Suwardin, 2009).



Gambar 11. Limbah padat dari pabrik karet remah

Masalah bau yang terjadi di pabrik karet remah merupakan masalah penting yang tercermin dari banyaknya keluhan/komplain dari masyarakat di sekitar pabrik. Masalah bau ini terkait dengan kondisi bokar yang masih mengandung air yang tinggi. Kandungan air yang tinggi pada bokar terkait dengan masalah proses jual beli bokar di tingkat petani masih berbasis bobot basah sehingga petani cenderung mempertahankan kandungan air dalam bokar serta menggunakan koagulan yang sifatnya mempertahankan air dalam bokar. Upaya pengendalian bau dengan menggunakan Deorub baik sebagai koagulan di tingkat petani maupun penggunaan dalam proses pengolahan di pabrik belum diterapkan secara luas. Teknik pengendalian limbah di pabrik karet remah disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengendalian malodor dengan menggunakan Deorub

Tabel 5. Data pengamatan nilai odor di pabrik karet remah

| No. | Nama pabrik | Lokasi pengamatan |      |     |              |     |     |               |     |     |               |     |     |
|-----|-------------|-------------------|------|-----|--------------|-----|-----|---------------|-----|-----|---------------|-----|-----|
|     |             | Tempat bokar      |      |     | Proses basah |     |     | Ruang gantung |     |     | Proses kering |     |     |
|     |             | 1                 | 2    | 3   | 1            | 2   | 3   | 1             | 2   | 3   | 1             | 2   | 3   |
| 1   | PT MB1      | 527               | 580  | 532 | 602          | 510 | 504 | 454           | 446 | 495 | 521           | 448 | 425 |
| 2   | PT BA1      | 548               | 545  | 682 |              |     |     | 616           | 605 | 672 | 657           | 624 | 640 |
| 3   | PT ME1      | 520               | 564  | 473 | 459          | 526 | 540 | 480           | 493 | 585 | 627           | 567 | 575 |
| 4   | PT PG1      | 408               | 511  | 568 | 491          | 603 | 644 | 430           | 420 | 403 |               |     |     |
| 5   | PT PG2      | 463               | 446  | 345 | 629          | 603 | 505 | 580           | 681 | 677 | 438           | 435 | 525 |
| 6   | PT PG3      | 430               | 629  | 515 | 438          | 582 | 475 | 355           | 450 | 493 | 335           | 318 | 323 |
| 7   | PT PG4      | 751               | 1123 | 858 | 653          | 685 | 678 | 489           | 501 | 494 | 399           | 396 | 400 |

Catatan : - alat ukur nilai odor dengan Odormeter

- standar udara normal/bebas bau adalah 300

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada pabrik yang tertutup sekelilingnya seperti PT PG4 cenderung lebih tinggi nilai odornya dibandingkan dengan pabrik-pabrik yang terbuka lainnya seperti PT BA1, PT PG2, PT BA1, PT ME1, dan lain-lain. Hal ini disebabkan sirkulasi udara di

dalam pabrik kurang baik sehingga baunya lebih kuat, walaupun sudah menggunakan Deorub untuk mengurangi bau, terutama di bagian tempat penyimpanan bokar dan proses basah.

## KESIMPULAN

1. Selektifitas dalam pembelian bokar oleh pihak pabrik karet remah menurun karena persaingan untuk memperoleh bokar sangat ketat disebabkan pasokan bokar yang menurun tajam. Hal ini bisa berdampak terhadap resiko kontaminasi dalam produk SIR semakin besar.
2. Secara umum para pengusaha karet remah telah berupaya untuk mengkonversi penggunaan sumber energi minyak (*fossil*) ke bahan yang bersifat ramah lingkungan dan bahan yang dapat diperbaharui (*renewable*). Cangkang sawit dan biogas (metan) dinilai sangat tepat sebagai sumber energi karena bersifat *renewable* dan biaya produksi lebih efisien serta ramah lingkungan. Penggunaan batubara dalam pengolahan karet remah dinilai murah namun terdapat masalah lingkungan terutama penanganan *fly ash* yang dikategorikan sebagai bahan beracun dan berbahaya (B3).
3. Tata kerja pabrik secara umum menunjukkan sudah termasuk kategori baik (*good*), bahkan ada pabrik yang dinilai sangat baik (*excellent*), karena sudah menggunakan tenaga pengawas cukup intensif di beberapa bagian proses dan hasilnya dinilai efektif.
4. Masalah bau di pabrik karet remah dapat dikurangi dengan menggunakan ruangan yang sirkulasi udaranya baik dan meneteskan Deorub di bagian penggilingan blanket crepe yang terakhir sebelum proses penggantungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, A. F. S. 1992. Kecermatan Kerja dalam Pengolahan SIR. Kursus Jaminan Mutu Terpadu Karet Indonesia. Gapkindo Cabang Sumatera Selatan. Palembang 15-18 September 1992.
- Honggokusumo, S., B. Handoko dan A. Anwar. 1995. *Effect of maturation and predrying on the cure rate produced from cup lump and processability of SIR 20 grade*. Workshop on crumb rubber semi industrial trials. Sembawa 30 August 1995.
- Santosa, A. M., dan A. Anwar. 1995. *Effect of mechanical parameters in the crumb pilot plant on crumb rubber quality*. Workshop on crumb rubber semi industrial trials. Sembawa 30 August 1995.
- Suwardin, D. 1990. Kajian teknik pengolahan dan mutu karet remah. Buletin Perkebunan Rakyat 6(1) : 32-38.
- Suwardin, D., I. Jamaran, A. Basith dan A. F. S. Budiman. 1995. Optimasi Pengendalian Mutu Produksi Karet Remah SIR 20 dengan Teknik Program Sasaran. Jurnal Penelitian Karet, 13(2): 178-194.
- Suwardin, D., A. Anwar dan C. Nancy. 1997. Pengaruh jenis bokar dan tahapan proses terhadap mutu karet remah. Jurnal Penelitian Karet 15(2): 57-75.



- Suwardin, D., M. Solichin dan A. Anwar. 2000. Analisis tata kerja pabrik karet remah. Jurnal Penelitian Karet 18 (1) : 1-18.
- Suwardin, D. dan M. Solichin. 2000. *The Establishment of Crumb Rubber Industry in Indonesia during 30 years: Techno-economics Analysis*. Proc. Indonesian Rubb. Conf and IRRDB. pp.: 600-611
- Tunas, E. dan A. F. S Budiman. 1992. Panduan Jaminan Mutu Terpadu : Pengolahan SIR dari bahan olah karet rakyat. Kursus Jaminan Mutu Terpadu Karet Indonesia. Gapkindo Cabang Sumatera Selatan. Palembang 15-18 September 1992.